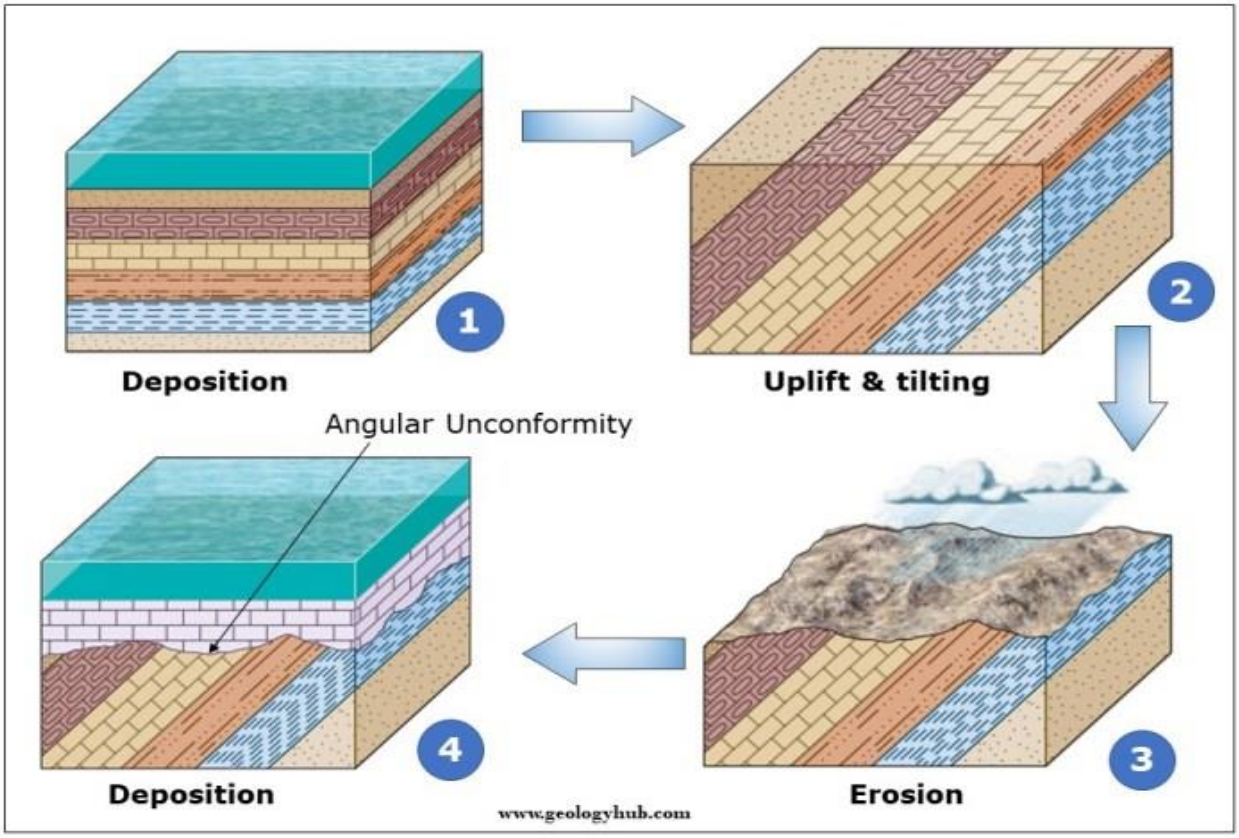
Lesson 2 : Building a Time Line

What happens when the research and fossil records are not complete?

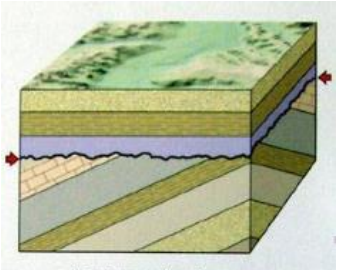
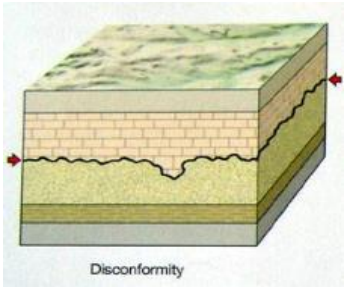
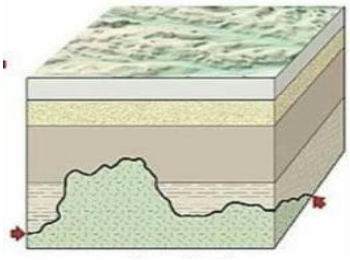
No rock record is complete in one place, as weathering, erosion, volcanoes, and other processes change the Earth's surface.

Gaps in the rock record indicate surfaces where rocks have been eroded, called unconformities. Unconformities may be hundreds of years old, millions of years old, or even billions of years old.

لا يوجد سجل صخري كامل في مكان واحد، حيث تعمل عوامل التجوية والتآكل والبراكين وغيرها من العمليات على تغيير سطح الأرض. تشير الفجوات في السجل الصخري إلى الأسطح التي تعرضت فيها الصخور للتآكل، والتي تسمى عدم التوافق. قد يكون عمر عدم التوافق مئات السنين، أو ملايين السنين، أو حتى مليارات السنين.

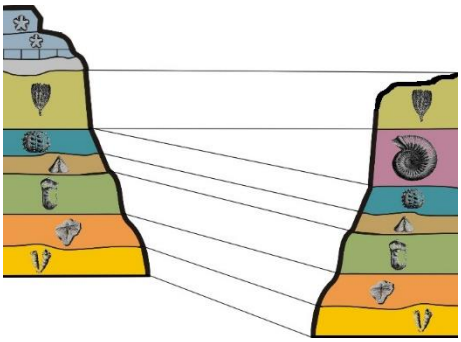


There are three types of unconformities, described below.

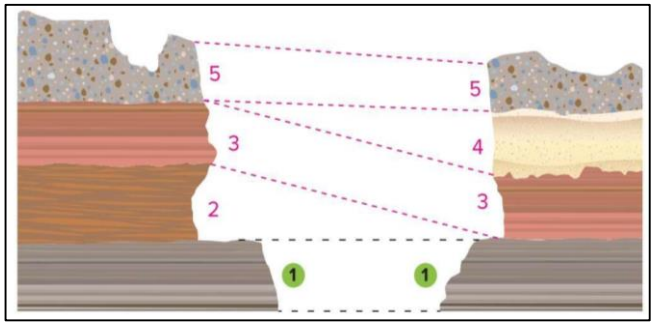
types of unconformities	Discretion
 **Angular unconformity**	During mountain building or other geological events, they are often uplifted and tilted. During this process, the layers are weathered and eroded (deformed). If horizontal layers of sedimentary rock are later laid down on top of the tilted, eroded layers, the resulting unconformity is called an angular unconformity. أثناء بناء الجبال أو الأحداث الجيولوجية الأخرى، فإنها عادة ما ترتفع وتميل. وخلال هذه العملية، تتعرض الطبقات للتجوية والتآكل (تتشوه) . وإذا تم وضع طبقات أفقية من الصخور الرسوبية لاحقًا فوق الطبقات المائلة المتآكلة، فإن عدم التوافق الناتج يسمى عدم التوافق الزاوي.
 **disconformity**	When a horizontal layer of sedimentary rock overlaps another horizontal layer of sedimentary rock that has been eroded, the eroded surface is called a disconformity. A disconformity is easily recognized when the eroded surface is uneven. When the eroded surface is smooth, the unconformity is often difficult to see. عندما تتداخل طبقة أفقية من الصخور الرسوبية مع طبقة أفقية أخرى من الصخور الرسوبية التي تعرضت للتآكل، فإن السطح المتآكل يسمى عدم التوافق الانقطاعي . يمكن التعرف على عدم التوافق بسهولة عندما يكون السطح المتآكل غير مستوٍ. عندما يكون السطح المتآكل أملسًا، غالبًا ما يكون من الصعب رؤية عدم التوافق.
 **nonconformity**	When a layer of sedimentary rock rests on top of a layer of igneous or metamorphic rock, such as granite or marble, the eroded surface becomes easy to identify. This type of eroded surface is called a nonconformity. عندما تستقر طبقة من الصخور الرسوبية فوق طبقة من الصخور النارية أو المتحولة، مثل الجرانيت أو الرخام، يصبح من السهل التعرف على السطح المتآكل. ويسمى هذا النوع من السطح المتآكل عدم التوافق المتباين.

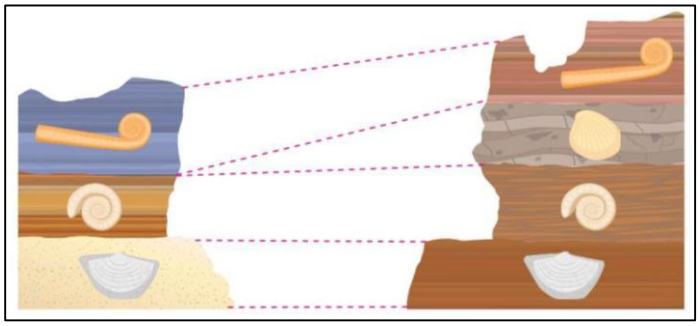
How do we fill gaps in the rock record?

Geologists fill gaps in the rock record by matching layers of rocks or fossils from separate locations. This is especially useful when unconformities occur, or when rocks are buried underground.

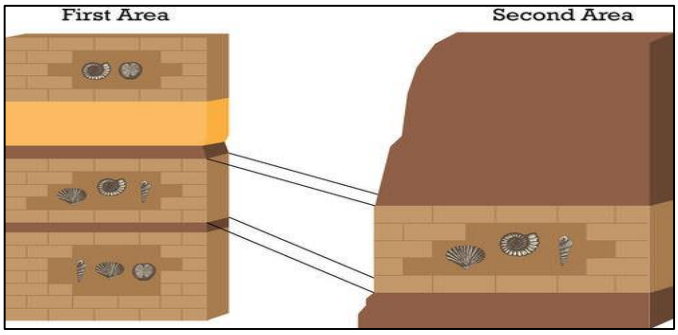


يملأ الجيولوجيون الفجوات في سجل الصخور من خلال مطابقة طبقات الصخور أو الحفريات من مواقع منفصلة. وهذا مفيد بشكل خاص عندما تحدث حالات عدم التوافق، أو عندما يتم دفن الصخور تحت الأرض.





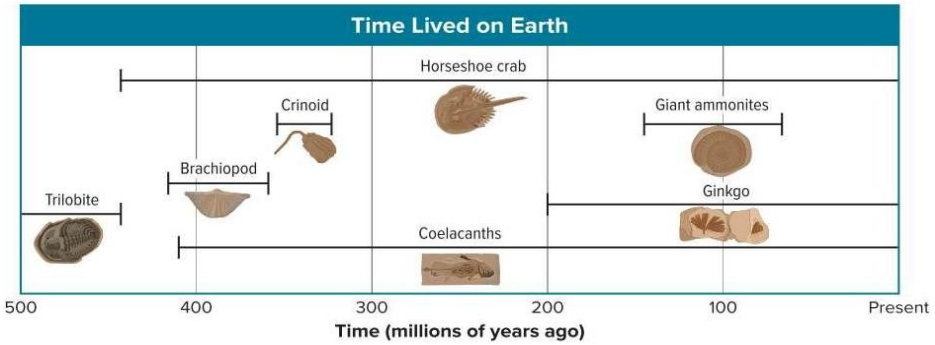
Correlation is the matching of rock layers or fossils exposed in one geographic area with similar layers or fossils exposed in other geographic areas. If rock formations are very far apart or even on different continents, geologists often rely on fossils. If two or more rock formations contain fossils of approximately the same age, scientists can infer that the formations are also approximately the same age.



الارتباط هو مطابقة طبقات الصخور أو الحفريات المكشوفة في منطقة جغرافية واحدة مع طبقات أو حفريات مماثلة مكشوفة في مناطق جغرافية أخرى. إذا كانت التكوينات الصخرية متباعدة جدًا أو حتى في قارات مختلفة، فغالبًا ما يعتمد الجيولوجيون على الحفريات. إذا كانت تكوينان صخريان أو أكثر تحتويان على حفريات من نفس العمر تقريبًا، فيمكن للعلماء استنتاج أن التكوينات هي أيضًا من نفس العمر تقريبًا.

Not all fossils are useful in determining the relative ages of rock layers. The most useful fossils represent species that lived on Earth for a short period of time, were abundant, and inhabited many locations. These fossils are called index fossils.

لا تفيد جميع الحفريات في تحديد الأعمار النسبية لطبقات الصخور. وتمثل الحفريات الأكثر فائدة الأنواع التي عاشت على الأرض لفترة قصيرة من الزمن، وكانت وفيرة، وسكنت العديد من المواقع. وتسمى هذه الحفريات بالحفريات المؤشرية.



Trilobites, brachiopods, sea lilies, and ammonites can all be index fossils because they were present for a shorter period of time. في الشكل السابق يمكن أن تكون ثلاثيات الفصوص، وذراعيات الأرجل، وزنابق البحر، والأمونيت جميعها أحفوريات مؤشرية لأنها كانت موجودة لفترة زمنية أقصر.

Correlation between fossils and rock layers helps determine the relative dating of rock sequences and helps geologists understand the history of larger geographic areas. By largely correlating, geologists have been able to construct the Earth's timeline.

يساعد الارتباط بين الحفريات وطبقات الصخور في تحديد التأريخ النسبي لتسلسلات الصخور ويساعد الجيولوجيين في فهم تاريخ المناطق الجغرافية الأكبر. ومن خلال الارتباط إلى حد كبير، تمكن الجيولوجيون من بناء الجدول الزمني للأرض.

How do major geological events help build Earth's timeline?

كيف تساعد الأحداث الجيولوجية الكبرى في بناء الجدول الزمني للأرض؟

Major events in Earth's history can leave a distinct layer in the rock record. Assuming that the ash layers were deposited after a volcano, what conclusions can you draw about the ages of each layer above and below the ash layers? The rock layer above the top ash layer is less than 540 million years old. The rock layer between the two ash layers is between 730 and 540 million years old. The rock layer below is more than 730 million years old.

في بعض الأحيان، يمكن للأحداث الكبرى في تاريخ الأرض أن تترك طبقة مميزة في سجل الصخور..

يوضح الشكل منطقة افتراضية. بافتراض أن طبقات الرماد تم تأريخها كما هو موضح، ما الاستنتاجات التي يمكنك استخلاصها حول أعمار كل طبقة فوق وتحت طبقات الرماد؟

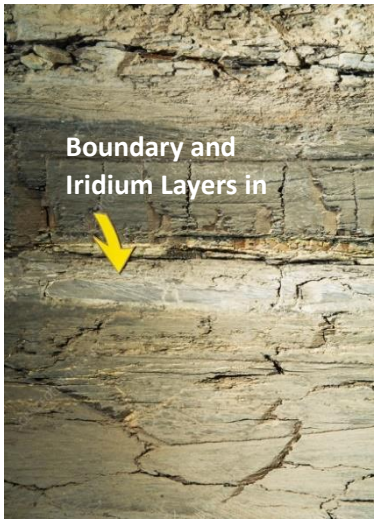
يبلغ عمر الطبقة الصخرية فوق طبقة الرماد العلوية أقل من 540 مليون سنة. يبلغ عمر الطبقة الصخرية بين طبقتي الرماد ما بين 730 و540 مليون سنة. يبلغ عمر الطبقة الصخرية أدناه أكثر من 730 مليون سنة.

Scientists hypothesize that a meteorite impact may have caused the mass extinction that killed off the dinosaurs. Evidence of this impact is found in a layer of clay containing the element iridium found in rocks around t he world. Iridium is rare in terrestrial rocks but common in meteorites.

يفترض العلماء أن تأثير النيزك ربما تسبب في الانقراض الجماعي الذي قضى على الديناصورات. تم العثور على دليل على هذا التأثير في طبقة من الطين تحتوي على عنصر الإيريديوم الموجود في الصخور حول العالم. الإيريديوم نادر في الصخور الأرضية ولكنه شائع في النيازك.

Almost all of the fossils found below the iridium layer in terrestrial rocks are different from those found above, suggesting that a mass extinction occurred.

تختلف جميع الحفريات الموجودة أسفل طبقة الإيريديوم في الصخور الأرضية تقريبًا عن تلك الموجودة أعلاها، مما يشير إلى حدوث انقراض جماعي.



A large meteorite impact, volcanic eruption, or other major event can leave a unique layer in the rock record. Because these types of layers are easy to recognize, they help geologists relate rock formations in different geographic areas where the layers are exposed. The layer of rock or sediment used as a marker in this way is called a key bed . Using the principle of superposition, geologists know that the layers above the parent layer are younger than the layers below it.

يمكن أن يترك اصطدام نيزكي كبير أو ثوران بركاني أو أي حدث كبير آخر طبقة فريدة في سجل الصخور. ولأن هذه الأنواع من الطبقات يسهل التعرف عليها، فإنها تساعد الجيولوجيين على ربط التكوينات الصخرية في مناطق جغرافية مختلفة حيث تكون الطبقات مكشوفة. تسمى طبقة الصخور أو الرواسب المستخدمة كعلامة بهذه الطريقة بالطبقة الرئيسية. وباستخدام مبدأ التراكب، يعرف الجيولوجيون أن الطبقات فوق الطبقة الأم أحدث من الطبقات الموجودة أسفلها.

What is the geologic time scale?

Geologists have developed a model of the Earth's history from its formation 4.6 billion years ago to the present called the geologic time scale. Time units on the geologic time scale are thousands and millions of years. This scale helps to relate rock units across countries and continents and to provide a standard model and vocabulary for describing geologic time.

لقد طور الجيولوجيون نموذجًا لتاريخ الأرض منذ تشكلها قبل 4.6 مليار سنة وحتى الوقت الحاضر، ويُطلق عليه اسم المقياس الزمني الجيولوجي. وتبلغ وحدات الزمن على المقياس الزمني الجيولوجي آلاف وملايين السنين. ويساعد هذا المقياس في ربط وحدات الصخور عبر البلدان والقارات وتوفير نموذج قياسي ومفردات لوصف الزمن الجيولوجي.